AMEA-nın Xəbərləri (biologiya və tibb elmləri), cild 68, №3, səh. 137-143 (2013)

Türyançay Dövlət Təbiət Qoruğunda Yayılmış Ağıriyli və Çoxmeyvəli Ardıc Növlərinin Dendroekoloji Tədqiqi

V. S. Fərzəliyev

AMEA Mərkəzi Nəbatat Bağı, Badamdar şossesi, 40, Bakı AZ1073 ,Azərbaycan;
E-mail:v.farzaliyev@yahoo.co.uk

Türyançay Dövlət Təbiət Qoruğunda yayılmış ağıriyli (*Juniperus foetidissima* Willd.) və çoxmeyvəli (*Juniperus polycarpos* K.Koch.) ardıc növlərinin standart dendroxronoloji metodlardan istifadə olunmaqla müqayisəli dendroekoloji tədqiqi aparılmışdır. Hər bir növün oduncağının eninə, tangensial və radial kəsikləri işıq mikroskopunda tədqiq olunmuş, radial artım dinamikasına təsir edən amillər müqayisə olunmuşdur. Aparılmış tədqiqat işində hər iki növün artımına ekoloji amillərin daha çox təsir göstərdiyi müəyyən edilmişdir. Alınmış xronologiyadan ərazinin iqlim və ekoloji şəraitinin öyrənilməsində, antropogen təsirlərin müəyyən olunmasında, meşə yanğınlarının, fitopatoloji və entomoloji təsirlərin aşkarlanmasında və s. istifadə oluna bilər.

Açar sözlər: *arid meşələr, Juniperus polycarpos, Juniperus foetidissima, oduncaq anatomiyası, radial artım, oduncaq-halqa xronologiyası*

GİRİŞ

Azərbaycanın torpaq və bitki ehtiyatlarının səmərəli istifadəsi və mühafizəsində arid meşələrin, xüsusən də geniş sahələrində yayılmış, müxtəlif şəraitdə bitən ardıc meşələrinin əhəmiyyəti böyükdür. Respublikamızda ardıc meşələrinə azmeylli yamaclarda, rütubətli və münbit torpaqlarda, həm də qayalıqlarda, quru və daşlı sahələrdə rast gəlinir. Azərbaycanın seyrək meşəlik sahələrində yayılmış ən geniş ardıc meşələri Bozdağ silsiləsinin yamaclarında yayılmışdır. Bozdağ sistemi ərazisi qədimdən bəri yerli əhalinin otlaq sahələri olduğundan buradakı meşəliklər intensiv istismar edilmişdir. Meşələrin bitmə şəraitinin dəyişilməsi və insan fəaliyyəti sayəsində arid seyrək meşəliklərin sahəsi xeyli azalmışdır. Ardıc meşələri məhv edilən sahələr isə əsasən yovşanlı yarımsəhralara çevrilmişdir (Əliyev və Xəlilov, 1982; Fərzəliyev və Seyfullayev, 2011) Odur ki, bizim dövrümüzdə seyrək meşəliklər daha çox nisbətən uzaq və əlçatmaz yerlərdə qalmışdır (Məmmədov və Xəlilov, 2002). Bozdağın arid meşə landşaft kompleksini qorumaq məqsədilə 06 may 1958-ci ildə Türyançay Dövlət Təbiət Qoruğu yaradılmışdır. Hazırda Qoruğun ümumi sahəsi 22488 ha çatdırılmışdır. Qoruq ərazisinin coğrafi cəhətdən yaşayış məntəqələrinin əhatəsində yerləşməsi, torpaq eroziyası, ərazidə intensiv mal-qara otarılması, köç yollarının olması, Türyançay və Göyçay çayları sahəsində daş-çınqıl istehsalı, Oğuz-Bakı su kəmərinin və yolların çəkilməsi, çay vadilərində əkinçilik və insanların digər təsərrüfat fəaliyyəti sözsüz ki, qoruğun təbii bitki örtüyünə təsirsiz ötüşmür. Burada meşələr əsasən dikliyi 20-50^0 olan yamacların şimal cəhətində yayılmışdır. Bu meşəliklər relyefin intensiv parçalanma şəraitində suyun dağıdıcı təsirinə az davamlı və asan yuyulan gilli süxurlar üzərində inkişaf edib böyük torpaqqoruyucu əhəmiyyətə malikdir. Mövcud şərait qoruq ərazisindəki bitkilərin ekoloji vəziyyətini müasir ölçülər baxımından qiymətləndirmək tələbatını yaratmışdır.

Meşələrin vəziyyətini qiymətləndirmək üçün 80 ildən artıqdır ki, oduncaq-halqa analizlərindən istifadə olunur (Eckstein, 1985). Antropogen təsirlərin artdığı 1960-1970-ci illərdən etibarən bu üsullardan daha geniş şəkildə istifadə olunmağa başlandı (Philips et al., 1977). Meşələrin vəziyyətinin regional problem olaraq qəbul edildiyi 1980-cı illərin əvvəllərindən oduncaq-halqa analizlərinin aparılmasının yeni metodları işlənib hazırlandı və sonrakı illərdə daha da inkişaf etdirildi (Cook, 1987a; 1987b). Ağacların halqaları iqlim, hidroloji rejim və d. təbiət dəyişiklikləri haqqında məlumatları özündə əks etdirir (Ваганов, 2008). Elmin müxtəlif sahələrində zaman və məkanla bağlı modellərin qurulmasında, illik halqaların daha dəqiq əmələ gəlmə ilinin müəyyənləşdirilməsində dendroxronologiya elmindən geniş istifadə olunur. Oduncaq-halqa məlumatları bitkilərin mövsümi inkişaf xüsusiyyətləri haqqında vacib informasiya mənbəyi olmaqla yanaşı, iqlim şəraitinin daha keyfiyyətli və ətraflı şəkildə yenidən qurulmasında istifadə olunur. Məlum olduğu kimi oduncaqlı bitkilər hər il istisnalar nəzərə alınmaqla bir halqa meydana gətirəcək şəkildə radial artıma və müəyyən boy artımına malik olurlar ki, bu da bir sıra kompleks amillərin birgə təsiri ilə baş verir. Bu kompleks amillər içərisində iqlim şəraiti, yetişmə mühiti, bitkilərin genetik və yaş xüsusiyyətləri xüsusi rol oynayır.

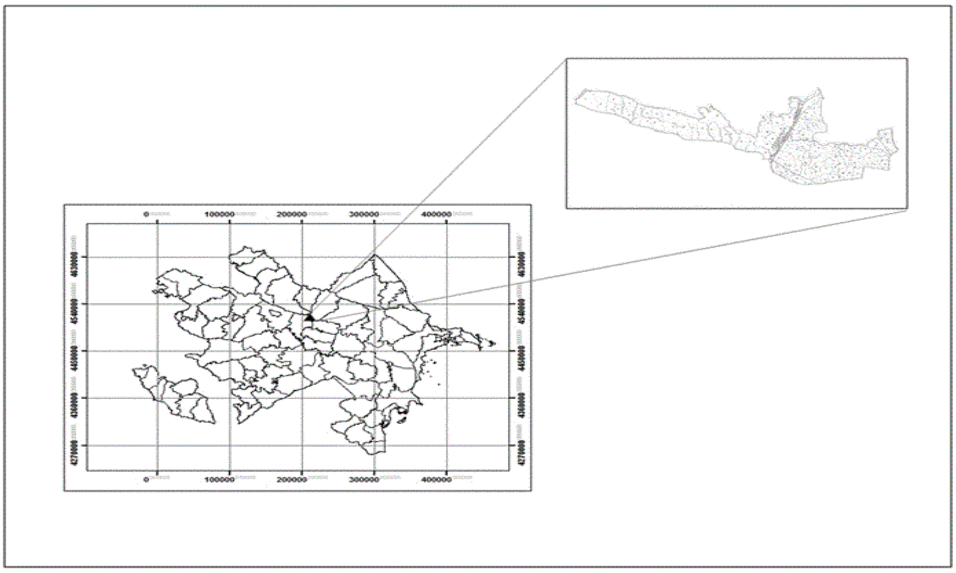
MATERİAL VƏ METODLAR

Aparılan tədqiqatlarda Türyançay Dövlət Təbiət Qoruğunda yayılmış ağıriyli və çoxmeyvəli ardıc növlərinin bir sıra dendroekoloji xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Bu məqsədlə öyrənilən növlərin dendroxronoloji və anatomik xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir.

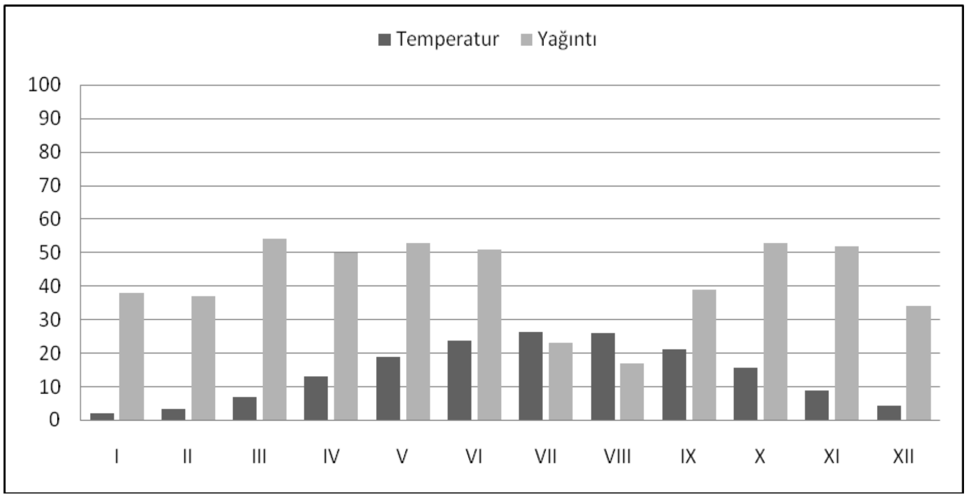
Tədqiqatın obyektini Türyançay Qoruğunda bitən ağıriyli və çoxmeyvəli ardıc növləri təşkil etmişdir (Şəkil 1). İşin əsas məqsədi dendroxronoloji metodlarla mühit amillərinin çoxmeyvəli və ağıriyli ardıc növlərinin artım dinamikasına təsirinin öyrənilməsindən ibarət olmuşdur. Xəritələrin hazırlanmasında ArcGİS proqramından istifadə olunmuşdur.

Tərəfimizdən aparılan tədqiqatlar 2013-cü ilin yayında, Türyançay Qoruğunun 40°74'476"N, 47°58'865"E - 40°73'550"N, 47°59'534"E koordinatları daxilindəki ərazidə yerinə yetirilmişdir. Nümunələrin toplandığı ərazinin dəniz səviyyəsindən yüksəkliyi 177-231 m olmuşdur.

Türyançay Qoruğunun ərazisi alçaq dağ tirələrdən ibarət olub, kəskin parçalanmış relyefə malikdir. Geomorfoloji cəhətdən burada arid denudasiya tipi səciyyəvidir. Ərazi quru dərin dərələrlə şiddətli parçalanmışdır. Relyefin parçalanması burada arid iqlim şəraitində bitki örtüyünün zəif inkişafı, torpaq örtüyünün isə az qalın və az münbit olması ilə nəticələnmişdir. Quru subtropik iqlim Türyançay Qoruğu üçün səciyyəvidir. Burada qışı quraq keçən mülayim-isti yarımsəhra və bozqır iqlim tipləri hakimdir. Orta illik temperatur 14,2ºC-dir (Şəkil 2).



Şəkil 1. Tədqiqat ərazisinin xəritəsi, Türyançay Dövlət Təbiət Qoruğu.



Şəkil 2. Türyançay Qoruğunun iqlim səciyyəsi.

Havanın orta illik nisbi rütubəti 70-75% olub, il ərzində 56-82% arasında tərəddüd edir. Yağıntıların illik miqdarı 503 mm-dir. Yağıntı ən çox yaz və payız fəslində düşür. Səth örtüyündən il ərzində 930 mm mümkün buxarlanma gedir (Hacıyev və Rəhimov, 1977). Qoruğun ərazisində qəhvəyi dağ-meşə, bozqırlaşmış dağ-qəhvəyi, qonur, allüvial çəmən-meşə torpaqları inkişaf etmiş, bendlend sahələr yayılmışdır. Ərazidə özünəməxsus arid bitki örtyünə xas yarımsəhra və bozqır bitki formasiyaları formalaşmışdır.

Ağıriyli ardıc Azərbaycanın Qırmızı kitabına daxil edilmiş qiymətli bitki növlərindən biridir. Aşağı dağ qurşağından orta dağ qurşağınadək rast gəlinir. Azərbaycanın Şəki, Qəbələ, Quba, Samux, Cəbrayıl, Zəngilan, Ağdaş, Şamaxı, Altıağac rayonlarında və Naxçıvan MR Şahbuz rayonundakı meşələrdə yayılmışdır. Şahdağ, Altıağac Milli Parklarında, Türyançay, Şahbuz və Eldar şamı Dövlət Təbiət Qoruqlarında mühafizə olunur. Bəzi yerlərdə dəniz səviyyəsindən 1800 m yüksəkliyədək rast gəlinir. Quru yamaclarda seyrək meşəliklər əmələ gətirir, bundan başqa daşlı və çınqıllı yamaclarda, uçurumlarda və qayaların üzərində dağınıq halda, tək-tək və qrupla çürüntülü-karbonatlı, boz-qəhvəyi torpaqlarda bitir.

Çoxmeyvəli ardıc respublikamızda geniş yayılan ardıc növlərindən biridir. Onun seyrək tipli meşələrinə Kiçik Qafqazda Şəmkir və Zəyəm çaylarının aşağı axınında, Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı rayonlarında, Naxçıvanda, Qobustanda rast gəlinir. Çoxmeyvəli ardıc Türyançay Dövlət Təbiət Qoruğunun ərazisinin quru daşlı yamaclarında geniş massivlər əmələ gətirir.

Mövcud şərait Türyançay Qoruğu ərazisindəki bitkilərin ekoloji vəziyyətini müasir ölçülər baxımından qiymətləndirmək zərurətini yaratmışdır. Burada meşələr əsasən dikliyi 20-50º olan yamacların şimal cəhətində yayılmışdır (Şəkil 3). Qoruq ərazisində 60 növə qədər quraqlığadavamlı ağac və kol bitkilərinə rast gəlinir. Seyrək meşəlikdə çoxmeyvəli, ağıriyli və qırmızı ardıc, kütyarpaq püstə, iberiya palıdı, adi göyrüş, adi nar, sarağan, qaratikan və d. ağac və kollar daha çox yayılmışdır.

Ardıc ağacı quraqlığa davamlı bitkidir. Buna görə iqlimdə baş verən istənilən müsbət və mənfi dəyişikliklərə qarşı çox həssas reaksiya verir. Fərdlərin hər birinin müxtəlif illərdə necə inkişaf etməsini öyrənmək məqsədilə həm yaşlı, həm də cavan bitkilərdən nümunələr götürülmüşdür (Cook and Kairiukstis, 1990). Nümunələr seçilmiş 15 model bitkidən toplanmışdır. Artım burğusu vasitəsilə hər ağacdan 2 nümunə olmaq şərtilə 30 oduncaq-halqa nümunəsi götürülmüşdür. Daşınma zamanı nümunələrin sınmasının qarşısını almaq üçün onlar əvvəlcədən hazırlanmış kağız konteynerlərə yerləşdirilmişdir. Nümunələr laboratoriya şəraitində qurudulduqdan sonra taxta əsaslara yerləşdirilmişdir. Dənələri müxtəlif ölçüdə olan sumbata kağızları vasitəsilə oduncaq səthi cilalanmışdır (Şəkil 4).





Şəkil 3. Türyançay Qoruğu ərazisinin görünüşü



Şəkil 4. Ağıriyli ardıcın illik halqalarının ümumi görünüşü

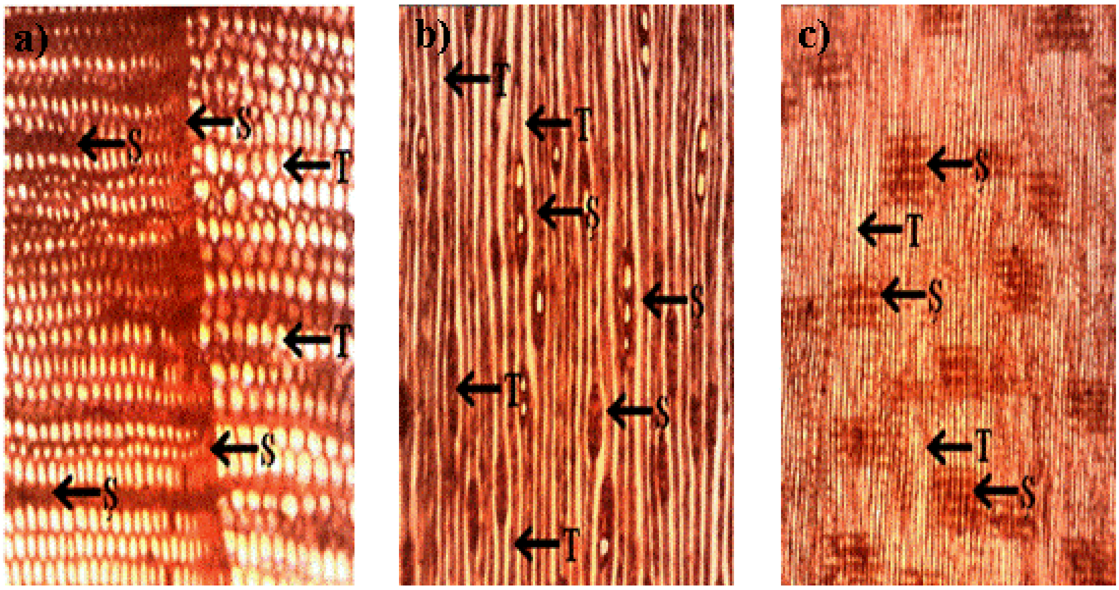
Oduncaq-halqa nümunələri laboratoriya analizlərinin aparılması üçün hazırlandıqdan sonra illik halqalar nişanlanmış və yaş tarixləri qeyd olunmuşdur. İllik halqaların real qalınlıqları ölçülmüşdür. Halqa qalınlıqlarını, yaş sturukturunu və artım xüsusiyyətlərini qeydə almaq üçün bir sıra dendroxronoloji və dendroekoloji metodlardan istifadə olunmuşdur (Fritts, 1976).

ARSTAN proqram təminatından istifadə etməklə real halqa qalınlıqları kəmiyyətlərinə əyrixətli reqresiya modelinin tədbiqi ilə standart xronologiya alınmışdır. Halqalar arasındakı avtokorelyasiyanı aradan qaldırmaq üçün avtoreqressiv modeldən istifadə edilməklə, illik halqa indeksləri əldə olunmuş, nəticədə əsas xronologiya yaradılmışdır (Cook, 1985; Juknys et all., 2002).

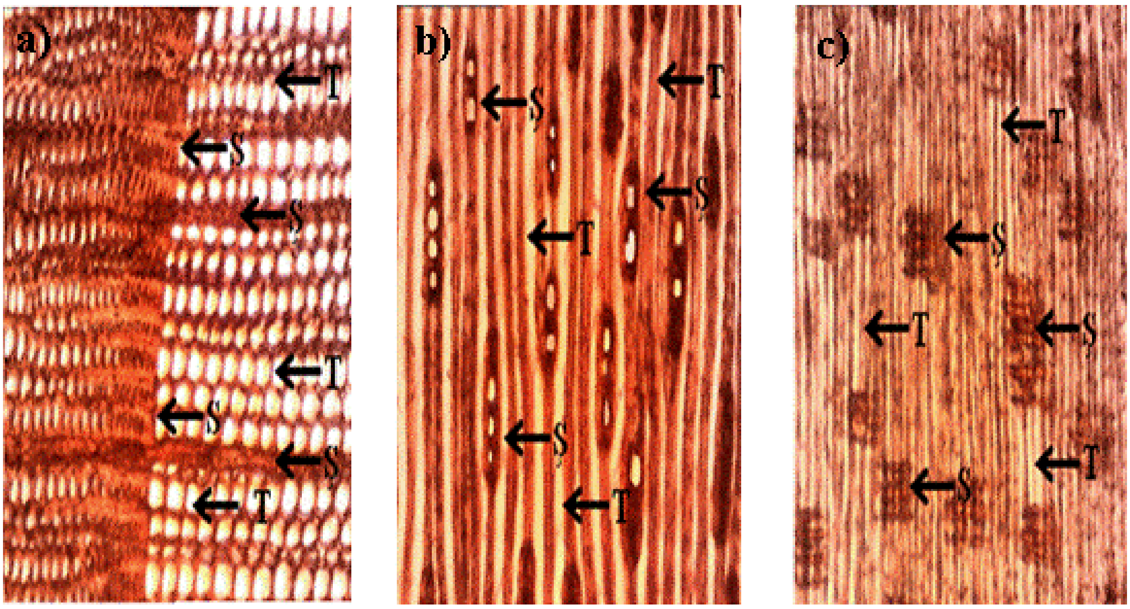
Ərazidən anatomik tədqiqatlar üçün nümunələr 5 mm diametrli artım burğusu və "Trephor" burğuları ilə götürülmüş, 40%-li spirt məhlulunda şüşə qablara yerləşdirilmişdir. (Rossi və b., 2006). Laboratoiya şəraitində 96%-li spirt, su və qliserin (1:1:3) qarışığının içərisində 2 saat saxlanmışdır. Kəsiklər Reyxart sürüşkən tipli mikrotomunun köməyi ilə əldə edildikdən sonra Huma Scope mikroskopunda tədqiq edilmişlər (Gartner and Nievergelt, 2010). Eninə kəsiklər 10-15 mkm, radial kəsiklər 15-25 mkm, tangensial kəsiklər isə 15 mkm qalınlığında aparılmışdır. Rəngləyici kimi safranin və astra bludan istifadə edilmişdir (Şəkil 5, 6).

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

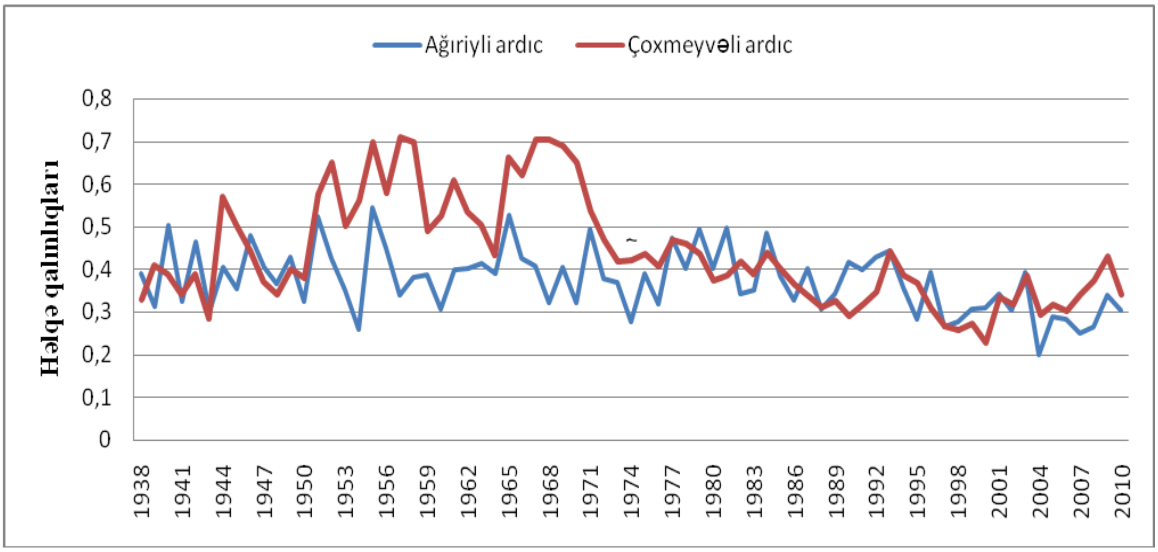
Ardıc bitkisi quraqlığa davamlı olduğundan iqlimdə baş verən müsbət və mənfi dəyişikliklərə qarşı həssas reaksiya verirlər. Eyni ərazi, region və ya iqlim zonasında yetişən ağaclar oxşar iqlim şəraitində formalaşdığından onların illik artım dinamikasında da müəyyən oxşarlıqlar müşahidə edilir.



Şəkil 5. Ağıriyli ardıcın anatomik kəsiklərinin görüntüləri: a) eninə, b) tangensial, c) radial kəsiklər (Ş-şüalar, S-illik halqa sərhədləri, T-traxeidlər)



Şəkil 6. Çoxmeyvəli ardıcın anatomik kəsiklərinin görüntüləri: a) eninə, b) tangential, c) radial kəsiklər (Ş - şüalar, S - illik halqa sərhədləri, T - traxeidlər)



Şəkil 7. Nümunələrin real oduncaq-halqa qalınlıqlarının müqayisəsi

Öyrənilən növlərin çarpaz kəsiyində özək aydın görünür. İllik halqalar arasındakı sərhəd dəqiq bilinir. İlkin oduncaqdan son oduncağa keçid daha səlisdir. Aksial parenxima çox qarışıq və qısa tangensial zəncir şəklindədir. Qətran yolları yoxdur. Şəkildən göründüyü kimi (Şəkil 5 və 6) ilin əvvəllərində yaranan traxeid hüceyrələri daha enli və nazik divarli olurlar. Artım mövsümünün sonlarına yaxın əlverişsiz şəraitlə əlaqədar olaraq ensiz və qalın divarlı traxeid hüceyrələri formalaşmağa başlayır. Bu traxeidlər həm dayaq, həm də ötürücü funksiyasını yerinə yetirirlər. Ona görə də onların quruluşu bu iki funksiyanı yerinə yetirməyə uyğunlaşmışdır. Ölçmələr nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, ilkin oduncağın iki ilk traxeidinin qalınlığı 7 (5-10) µm, son oduncağın iki son traxeidinin qalınlığı 10 (7-13) µm -dır.

Tangensial kəsikdən göründüyü kimi traxeidlərin tangensal divar qalınlıqları 3-7 µm arasında dəyişilir. Şüalar əsasən eynicinslidir. Şüanın hündürlüyü 2-15, bəzi hallarda isə 20 hüceyrədən ibarət olur. Şüa traxeidləri yuxarı və aşağı kənarlarda, nadir hallarda isə şüanın daxilində yerləşir. Şüa traxeidlərinin divarları nəzərəçarpacaq dərəcədə dişlidir. Şüalar 2-4 cərgədə müşahidə olunur, onların horizontal divarları hamardır.

Radial kəsikdən göründüyü kimi traxeidlərin məsaməliliyi bircərgəlidir. Şüaları sadədir. Şüalar şüa parenxima hüceyrələrindən və şüa traxeidlərindən ibarətdir. Şüa parenxima hüceyrələri adətən radial olaraq genişlənir və buna görə də radial ölçüləri onların hündürlüklərindən böyük olur. Şüa traxeidləri radial olaraq genişlənmişdir və onların ikincili divarları parenxima hüceyrələrinə nisbətdə qalındır. Şüaların horizontal divarları hamar və qalın, tangensial divarları isə nazik və iti ucludur. Məsamələr əsasən traxeidlərin uclarında daha geniş yayılmışdır. Bu isə traxeidlərin uc hissəsinin qapalı olması ilə əlaqələndirilə bilər. Məsamələr traxeidlərin ancaq radial divarlarında, bəzən isə tangensial divarlarda da müşahidə olunurlar.

Aparılan tədqiqat işində tədqiq olunan bitkilərdən götürülmüş nümunələrin illik halqa qalınlıqlarına uyğun olaraq qrafikləri qurulmuş və eyni illərdə yaranan halqalar üst-üstə qoyularaq müqayisə olunmuşdur (Şəkil 7). Hər iki nümunədə yüksək həssaslıq müşahidə olunmuşdur. Belə ki, həssalığı müəyyən etməklə bitki fərdlərinə ərazinin ekoloji amillərinin təsir dərəcəsini və artımın hansı dövrdə stabil və ya dəyişkən olduğunu dəqiqləşdirmək mümkündür. Bunları nəzərə alaraq nümunələr üçün həssaslıq və GLK (Gleichlaufigkeit) əmsalları hesablanmışdır. Bu məqsədlə həssslıq nümunələr arasında illər üzrə baş verən amplitudu (fərqi), GLK əmsalı isə nümunələr arasında illər üzrə baş verən uyğunluğun göstəricisi kimi istifadə olunmuşdur. Alınmış xronologiyalarda yüksək həssaslığın olduğu müşahidə edilmiş, tədqiq olunan nümunələr arasındakı həssalığın 3.1-3.5 arasında tərəddüd etdiyi görülmüşdür. Bu isə nümunələr arasında yüksək həssaslığın olduğunu göstərir. Belə ki, ərazi quraq olduğundan burada bitən bitkilərin artımının birbaşa olaraq ekoloji amillərdən daha çox asılı olduğu müəyyən edilmişdir. Alınmış xronologiyada illər üzrə artımın bir-birindən kəskin fərqləndiyi qeyd olunmuşdur. Quraq keçən illərdə artım az, rütubətli keçən illərdə isə əksinə çox olmuşdur. Tədqiq olunan növlərin GLK əmsalı 82 % olmuşdur. Bu isə hər iki növün artımında 82 % oxşarlıq olduğunu göstərmişdir. Qalan 18 % isə bitkilərin fərdi, genetik və ya digər xüsusiyyətləri ilə bağlıdır. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, eyni ərazidə bitən iki müxtəlif növ ardıcın artımına əsasən eyni ekoloji amillər təsir göstərir.

ƏDƏBİYYAT

Əliyev H.Ə., Xəlilov M. (1982) Yaşıl sərvətin keşiyində. Bakı: Gənclik: 51-52.

Fərzəliyev V.S., Seyfullayev F.S. (2011) Türyançay Dövlət Təbiət Qoruğunda yayilmiş *Juniperus foetidissima* Willd. növünün dendroxronoloji tədqiqi. *AMEA Mərkəzi Nəbatat Bağının Əsərləri,* **IX:** 34-41.

Hacıyev Q.Ə., Rəhimov V.Ə. (1977) Azərbaycan SSR inzibati rayonlarının iqlim səciyyəsi. Bakı: Elm: 35-37.

Ваганов Е.А., Круглов В.Б., Васильев В.Г. (2008) Дендрохронология. Учебное пособие. Красноярск: 120 с.

Cook E.R. (1985) Time series analysis approach to tree ring standardization. *Dissertation,* Tucson, University of Arizona, Laboratory of Tree-Ring Research: 171 p.

Cook E. R. (1987a) The decomposition of tree ring series for environmental studies. *Tree-Ring Bull.* **47:** 37-59.

Cook E.R. (1987b) The use of climatic response models of tree rings in the analysis and prediction of forest decline. In: L.Kairiukštis, Z.Bednarz and E.Feliksic (eds.). Methods of Dendrochronology-1. *Proceedings of the Task Force Meeting on Methodology of Dendrochronology East/West Approaches*, Poland, Krakow: 269-276.

Cook E.R., Kairiukstis L.A. (1990) Methods of Dendrochronology. Applications in the Environmental Sciences. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht: 23–35.

Eckstein D (1985) On the application of dendrochronology for the evaluation of forest damage. In: P.Schmid-Haas (ed.). Inventorying and Monitoring Endangered Forests, *Materials of IUFRO conference*, Switzerland: Zurich: 287–290.

Fritts H.C. (1976) Tree-rings and Climate. Acad. Press, London: 567.

Gartner H., Nievergelt D. (2010) The core-microtome. A new tool for surface preparation on cores and time series analysis of varying cell parameters. *Dendrochronologia.* **28(2):** 85-92.

Juknys R., Stravinskiene V., Vencloviene J. (2002) Tree-ring analysis for the assessment of anthropogenic changes and trends. *Environmental monitoring and assessment.* **77(1):** 81-97.

Philips S.O., Skelly J.M., Burkhart H. E. (1977) White pine growth retardation's by fluctuating air pollutant levels: interaction of rainfall, age and symptom expression. *Phytopathology,* **67:** 721-725.

Дендроэкологические Исследования Можжевельника Тяжелопахучего и Многоплодного, Распространенных в Турианчайском Государственном Природном Заповеднике

В.С. Фарзалиев

Центральный ботанический сад НАНА

С использованием стандартных дендрохронологических методов проведены сравнительные дендроэкологические исследования тяжелопахучего (*Juniperus foetidissima* Willd.) и многоплодного (*Juniperus polycarpos* K.Koch.) можжевельника, распространенных в Турианчайском Государственном Природном Заповеднике. Исследованы ширина, радиальный и тангенциальный разрезы древесины каждого вида под световым микроскопом, выявлены сравнительные факторы, влияющие на динамику радиального роста. При проведении исследовательских работ выявлено наибольшее влияние экологических факторов на рост каждого из двух видов. Полученная хронология может быть использована при изучении климатических и экологических условий территории, выявлении антропогенных факторов, лесных пожаров, определении фитопатологических и энтомологических влияний и т.д.

Ключевые слова: *аридные леса, Juniperus polycarpos, J. foetidissima, анатомия древесины, радиальный рост, древесно-кольцевая хронология*

Dendroecological investigation of the Foetid and Greek Juniper from Turyanchay State Natural Reserve

V.S. Farzaliyev

Central Botanical Garden, ANAS

The results of the comparative dendroecological investigation of the Foetid and Greek Juniper from Turyanchay State Reserve by using standard dedndrochonological methods were presented in the article. Radial, tangential and cross sections of wood were investigated for each species under the light microscope and the factors which affect the dynamics of the radial growth were revealed. The greatest impact of ecological factors affecting the growth of both species was established. The developed chronology is useful at the study of climatic and environmental conditions of territory, for revealing the anthropogenic factors, forest fires, establishment of phytopathological, entomological and other influences.

Key words: *arid woodlands, Juniperus polycarpos, J. foetidissima, wood anatomy, radial growth, tree ring chronology*